الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Université Ferhat Abbas Sétif 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

1سطيف ـجامعة فرحات عباس
كلية علوم الطبيعة و الحياة

N°...../SA/SNV/**2025**

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MÉMOIRE

Présenté par **:**

Bouankoud Rouaida Rabab

Pour l'obtention du diplôme de

Master en Sciences Agronomiques

Spécialité :

Production Végétale

Étude Agro-pédologique et typologique des écosystèmes oasiens de la partie occidentale des Ziban : Cas d'El Hadjeb, Oumache et Tolga (Biskra).

Devant le Jury :

Président :	Pr. Mebarkia Amar	UFA Sétif 1
Encadreur :	M. Belghemmaz Salah	UFA Sétif 1
Examinateur :	M. Louadj Yacine	UFA Sétif 1

Année universitaire 2024-2025

Abstract

This graduate thesis studies the agro-pedological characteristics and soil classification of the oases of the western Ziban (El Hadjeb, Oumache, Tolga, Biskra). Field and laboratory analyses focused on pH, electrical conductivity, carbonates, gypsum, texture and organic matter. The results reveal a high accumulation of gypsum and carbonates, a shallow, saline water table and an accumulation of aeolian sands in various positions across the landscape. Anthropogenic activity resulting from intensive soil cultivation and overexploitation of water resources, as well as the absence of a drainage network and the use of many inputs, have accentuated the degradation of certain sites through salinization and waterlogging. The main soil types are Gypsisols and Solonchaks (WRB, 2015) ; the Arenosols were found (WRB, 2022), and Aridisols and Entisols (Soil Taxonomy, 2014) were identified. The study recommends better drainage, efficient irrigation management and regular spatio-temporal soil monitoring to preserve oasis agriculture.

Résumé

Ce mémoire de Master étudie les caractéristiques agro-pédologiques et la classification des sols des oasis du Ziban occidental (El Hadjeb, Oumache, Tolga, Biskra). Des analyses de terrain et de laboratoire ont porté sur le pH, la conductivité électrique, les carbonates, le gypse, la texture et la matière organique. Les résultats révèlent une forte accumulation de gypse et de carbonates, une nappe phréatique peu profonde et salée, ainsi qu'une accumulation de sables éoliens dans divers positions du paysage. L'activité anthropique qui aurait résulté de la mise en culture intensive des sols et la surexploitation des ressources en eau ainsi que l'absence de réseau de drainage et l'utilisation de beaucoup d'intrants, ont accentué la dégradation de certains sites par la salinisation et l'hydromorphie. Les principaux types de sols sont des Gypsisols et Solonchaks (WRB, 2015), et les Arénosols ont été trouvés (WRB, 2022) ; les Aridisols et Entisols (Soil Taxonomy, 2014) ont été identifiés. L'étude recommande un meilleur drainage, une gestion efficiente de l'irrigation et un suivi pédologique spatio-temporel régulier pour préserver l'agriculture oasienne.

ملخص

تتناول هذه الأطروحة الجامعية الخصائص الزراعية وتصنيف التربة في واحات غرب زيبان (الحاجب، أوماتش، طولقا، بسكرة). ركزت التحليلات الميدانية والمخبرية على درجة الحموضة، والتوصيل الكهربائي، والكربونات، والجبس، والملمس، والمواد العضوية. وتكشف النتائج عن تراكم كبير للجبس والكربونات، ومستوى منخفض للمياه المالحة، وتراكم الرمال الريحية في مواقع مختلفة عبر المنطقة. وقد أدت الممارسات الناتجة عن النشاط البشري، مثل الزراعة المكثفة للتربة والاستغلال المفرط للموارد المائية، فضلاً عن عدم وجود شبكة صرف واستخدام العديد من المدخلات، إلى تفاقم تدهور بعض المواقع بسبب التملح والتشبع بالمياه. أنواع التربة الرئيسية هي Solonchaks (WRB ، Gypsisols و Entisols (Aridisols و Arenosols (WRB ،2022) ؛ تم العثور على(2015 تصنيف التربة، 2014). وتم تحديد توصي الدراسة بتحسين الصرف، وإدارة الري بكفاءة، ومراقبة التربة بشكل منتظم في المكان والزمان للحفاظ على الزراعة في الواحات.

Remerciements

À la source de tendresse et de miséricorde, à mes chers parents, qui m'ont soutenue par leur amour, leurs sacrifices et leurs prières.

À ceux qui ont été une lumière et un guide dans mon parcours académique : M. Louadj Yacine et M. Belghemmaz Salah, que je remercie infiniment pour leur précieuse contribution à ma réussite.

À mon pilier dans les épreuves de la vie, mon frère Abdelaziz,
À ma précieuse sœur Chahd, lumière de douceur et d'affection,

À ma petite sœur Loujain, source d'innocence et de joie au quotidien
À ma chère cousine Khawla, symbole de générosité et de soutien,

À mon amie fidèle Farah, toujours présente par son soutien et ses encouragements,
À mon ami Anis, pour sa présence et sa sincérité,
À mon amie Rima, pour son appui et sa bienveillance,
À mes proches, pour leur amour et leurs encouragements constants,

Je dédie ce modeste travail en témoignage d'amour, de reconnaissance et de gratitude sincère.

Liste des tableaux

Tableau 1:classification des climats des régions arides 5
Tableau 2:Surfaces occupées par divers types de terres arides dans le monde 6
Tableau 3:Précipitations moyennes Mensuelles en mm, (Station Biskra) 16
Tableau 4:Répartition saisonnière des précipitations à Biskra ; source Rechachi (2017) 17
Tableau 5:Températures et précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra (période 1967-2012) ; source : Rechachi (2017) 18
Tableau 6:Les différents types de climats selon en fonction de l'indice de De Martonne
Tableau 7: Localisation des profils de sols et caractéristiques sites oasiens 22
Tableau 8:Résultats de la caractérisation physico-chimique des sols dans le Zab occidental, region des Ziban 25
Tableau 9: Normes d'interprétation de la salinité du sol pour un extrait dilué 1:5 (Durand, 1983) 26
Tableau 10:Interpretation of the saturated paste soluble salts test 26
Tableau 11:Typologie des sols des Ziban selon la WRB (2015) ; Source : Belghemmaz (2025) 37
Tableau 12:Typologie des sols des Ziban selon la WRB (2024) ; Source : Belghemmaz (2024) 37
Tableau 13:Estimation de l'ETP (mm) en utilisant la méthode de Thornthwaite; 46
25

List des Figures

Figure 1: Répartition des précipitations dans la région de Biskra (Extrait de la carte pluviométrie de l'Algérie au 1/500.000, 1971) in Rechachi (2017) 15

Figure 2:variation interannuelle des précipitations dans la région de Biskra entre 2000 et 2018. Source: Boudibi (2021 16

Figure 3:Diagramme ombrothermique de la région de Biskra; période 2000-2018 18

Figure 4:Localisation de la région d'étude (Les Ziban, Biskra) Figure 5:Distribution spatiale et positions des profils d'échantillonnage de sols en 2021 (en rouge) dans le Zab occidental des Ziban (Biskra) 20

Figure 6: Typologie des sols selon IUSS Working Group WRB (2015) dans le Zab occidental des Ziban (Biskra). Belghemmaz et al. (2024) 22

Figure 7:Typologie des sols selon la Soil Txonomy (2014) dans le Zab occidental des Ziban (Biskra). Belghemmaz et al. (2024) 39

Figure 8 : Diagramme Ombrothermique de Gaussen et Bagnouls de la région de Biskra (période 1967-2012) ; source : Rechachi (2017) 46

Liste des photos

Photo 1: Fossés de drainage infestés par la végétation (oasis 3). Problème d'engorgement en eau dû à un drainage insuffisant ou défectueux. (Salinité excessive et alcalinité élevée). 27

Belghemmaz S. et Hafidhi M. (2016)

Photo 2:Bon fonctionnement du drain (oasis 2). Pas de risque de dégradation des palmeraies 28
Belghemmaz S. et Hafidhi M. (2016)

Photo 3:Lac d'accumulation des eaux d'irrigation et de drainage à proximité des palmeraies de Bordj Ben Azouz (Tolga). Source : Belghemmaz (2025). 28
S. Belghemmaz et M. Hafidhi (2016)

Photo 4 : Aspect blanchâtre du sol traduisant une accumulation excessive de sels (salant blanc). Site de Bordj Ben Azouz (Tolga)

S. Belghemmaz et M. Hafidhi (2016) 29

Photo 5 : Oasis située au nord de Benthious (P6) ; le taux de gypse est élevé (47-56%) :
Très bon état de développement de la palmeraie. 31

Photo 6:Palmeraie dégradée et laissée à l'abandon à cause du manque d'eau (Sud de Tolga) 33
Belghemmaz S. et Hafidhi M. (2016)

Photos 7:(a) une partie du lit de Oued Djedi (tronçon traversant les oasis de Lioua) ; (b) coupe d'une berge de l'oued montrant un matériau de sol enrichi par les colluvions de l'Oued Djedi 34
Belghemmaz S. et Hafidhi M. (2016)

Photo 9 : brise-vent construit à base de matériau inerte (branches mortes de palmiers); le talus de soutènement érigé à partir sable dunaire pour renforcer la fixation de la barrière inerte (site de Lioua).
Belghemmaz S. et Hafidhi M. (2016)
35

Photos 10:(a) voile de sable couvrant une partie du piedmont du Mont de Boughezal; 8(b) sols formés sur des dépôts éoliens (Site Ain Ben Noui: P10). 36
S. Belghemmaz (2021)

Photo 11:Profil 4 (site M'lili 2) ne présentant aucune croûte de gypse et /ou caclcaire 38

S. Belghemmaz (2021)
Photo 12 : Profil 5 hypersalé (Oumache) 38
S. Belghemmaz (2021)

Photo 13 : Profil 7 montrant un encroûtement gypseux (sud de Tolga) 40
S. Belghemmaz (2021)

Table des matières

CONTENU

Introduction et problématique 1
Chapitre I : Caractéristiques biogéographiques et pédoclimatiques des régions arides et Semi-Arides 4
1. Caractéristiques biogéographiques et climatiques 4
1.1. Concept des régions arides et semi-arides 4
1.2. Biogéographie et climat 4
1.3. Caractéristiques du climat des régions arides et semi-arides 5
2. Caractéristiques pédologiques : types de terres arides et leur mise en culture en conditions de sécheresse 6
3. Caractéristiques et types de sols des zones semi-arides et arides 7
3.1. Les principaux types de sols des régions arides et semi-arides 8
3.2. Facteurs du milieu et processus de formation des sols 8
3.2.1. Sols impactés par une aridité extrême : les déserts 9
3.2.2. Sols évoluant en conditions environnementales moins hostiles 9
3.3. Sols des régions arides d'Algérie 10
Chapitre 2 : Caractéristiques biophysiques de la région des Ziban 12
1. Géographie et historique des Ziban 12
1.1. Limites administratives 12
2. Aspect du milieu naturel et découpage des Ziban 12
3. Caractéristiques agraires des Ziban : Potentialités et contraintes du milieu 12
3.1. Terres cultivables et autres potentialités 13
3.2. Les contraintes 14
4. Géomorphologie 14
5. Aspects généraux du climat des Ziban 15
5.1. Étude du climat de la région des Ziban 15
5.1.1. Évolution des précipitations 16
5.1.2. Variations des précipitations mensuelles 16
5.1.3. Variation des températures 17
5.1.4. Évapotranspiration 18
5.2. Le régime climatique 18
5.2.1. Diagramme pluviothermique de Gaussen et Bagnouls 18
6. Conclusion 19
Chapitre 3 : Matériel et méthodes 20
1. Méthodologie de travail et contexte de la zone d'étude 20
2. Étude agropédologique et détermination des types de sols 20
3. Origines des données et mode de leur exploitation 21
4. Caractéristiques des sites oasiens et position géographique des profils 21

5. Analyses du sol : paramètres déterminés 23
6. Typologie des sols : adoption des systèmes de classification de la ST et WRB 23
7. Problèmes de dégradation des oasis 23
Chapitre 4 : Résultats et discussion 24
1. Analyse gropédologique du contexte oasien des Ziban : État des potentialités et problèmes 24
1.1. Caractérisation physico-chimique s des sols et typologie des sols 24
1.1.1. Caractéristiques physico-chimiques des sols 24
a) pH des sols 24
b) Salinité du sol (extrait dilué 1 :5) : dynamique des sels et ses impacts 24
c) $CaCO_3$ 30
d) Gypse 30
e) Texture du sol et matière organique 31
2. Fonctionnement des écosystèmes oasiens en contexte de salinité et des contraintes environnementales 32
2.1. Salinité du sol et ses implications agropédologiques 32
2.2. Accumulation de gypse et $CaCO_3$ 33
2.3. Contraintes liées au climat : Effet du vent et accumulation de sable 35
3. Typologie des sols 36
3.1. Classification des sols selon WRB-IUSS (2015) et (2022) 37
3.1.1. RSG (Reference Soil Group) des Solonchaks 37
3.1.2. RSG des Gypsisols 40
3.2. Classification des sols selon la Soil Taxonomy de l'USDA (2014) 41
3.2.1. Les Aridisols 41
❖ Le SO des Gypsids 41
❖ Le SO des Salids 41
3.2.2. Les Entisols 42
3.2.3. Essai d'analyse des correspondances des typologies : Compatibilité et divergences entre la WRB et ST 43
a) Cas des sols ''salés'' 43
b) Cas des sols gypseux 43
Conclusion générale 44
Références bibliographiques .....

ANNEXES .....

Acronymes utilisés dans le manuscrit de la thèse

DSA : Direction des Services Agricoles

EMG : Environment Management Group

FAO : Food and Agriculture Organization

ITDAS : Institut Technologique de Développement de l'Agriculture Saharienne

ITPS : Intergovernmental Technical Panel on Soils

IUSS : International Union of Soil Science

RPF : Référentiel Pédologique Français

RSG : Reference Soil Group

SSS : Soil Survey Staff

UN : United Nations

UNESCO : Organisation des Nations Unines pour l'Education, la Science et la Culture

USDA : United States Department of Agriculture

WRB : World Reference Base

Introduction et problématique

Les sols fournissent une série de services écosystémiques fondamentaux pour le bien-être humain et la vie sur terre, tels que la nourriture et l'eau propre, et la régulation du climat (FAO et ITPS 2015). La croissance démographique, combinée à l'évolution des modes de consommation et des régimes alimentaires, exerce une pression croissante sur les ressources en sol. Selon la FAO et l'ITPS (2015), cette situation conduit à la nécessité de produire plus de nourriture sur des unités de terre plus petites et de le faire en utilisant moins d'eau.

Dans de nombreuses zones arides ou semi-arides, la durabilité de l'agriculture irriguée est menacée par une combinaison de facteurs, notamment une eau d'irrigation de mauvaise qualité, un drainage insuffisant ou inexistant, des nappes phréatiques salines peu profondes et la salinisation des sols et des eaux souterraines. Ces contraintes entravent le bon fonctionnement hydrosalin et fragilisent l'équilibre du système oasien (Marlet et al. 2010). Dans certaines régions, la salinisation des sols peut réduire la productivité agricole jusqu'à 97 %, entraînant une perte annuelle pour l'agriculture comprise entre 12,7 et 27,3 milliards de dollars (Butcher et al, 2016) in (Ding et al., 2020). Globalement, la salinisation des sols a réduit la production agricole de 50 % jusqu'à présent au XXIe siècle (Ding et al., 2020) ; elle menace, également, la capacité de nos sols à produire de la nourriture et nuit à plusieurs écosystèmes dans le monde, en particulier dans les régions arides et semi-arides. C'est donc un des problèmes mondiaux les plus urgents pour la sécurité alimentaire et la durabilité (Mohamed et al., 2019 ; FAO et l'IUSS, 2022).

À l'échelle africaine, les sols sont menacés car 40 % d'entre eux sont dégradés, principalement en raison de l'érosion, de l'épuisement des nutriments, de la diminution de la matière organique et de la perte de biodiversité. Le coût économique de cette dégradation peut augmenter à mesure que les menaces sur les sols persistent encore.

En Afrique subsaharienne, il a été fait état de plusieurs pays des zones arides et semi-arides qui font, actuellement, face à la dégradation des sols, à une faible productivité de l'eau et à une forte variabilité des précipitations, qui sont souvent liées au changement climatique (Karanja et al., 2016 ; Wold earegay et al., 2019).

Les territoires des zones arides en Algérie, représentent plus de 85 % de la superficie du pays. Plus de 20 % des sols irrigués sont touchés par la salinité (Hartani et al., 2009). Ajoutons à